(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101585607 B
(45)授权公告日 2011.06.08

(21)申请号 200910062968.6

(22)申请日 2009.07.03

(73)专利权人 中国科学院水生生物研究所
地址 430072 湖北省武汉市武昌区东湖南路7号

(72)发明人 吴振斌 贺锋 武俊梅 徐栋 成水平 梁威 周巧红

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 王敏锋

(51)Int.Cl.
C02F 3/34(2006.01)

(56)对比文件
CN 1765769 A,2006.05.03,
CN 1772650 A,2006.05.17,
DE 202006016162U U1,2007.01.11,
DE 19609605 A1,1996.12.05,
张翔凌等．不同基质高负荷垂直流人工湿地水力特性研究．《武汉理工大学学报》.2008, 第30卷（第7期）,79-83.
王媛媛等．人工湿地的基质及其深度对生活污水中氮磷去除效果的影响．《农业环境科学学报》.2009, 第28卷（第3期）,581-586.
朱文玲等．混合基质垂直流人工湿地净化废水效果．《农业工程学报》.2009, 第25卷44-48.

审查员 欧岚

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 6 页

(54)发明名称

一种垂直流人工湿地基质的制备方法

(57)摘要

一种垂直流人工湿地基质的制备方法：其步骤是：A、选择原料：生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣；B、各原料粒径；C、各组合基质：所处理的污水特征污染物为有机物时，基质为陶粒；所处理的污水特征污染物为氮时，基质为沸石；所处理的污水特征污染物为磷时，有两种基质组合方式，其一：基质为无烟煤；其二：基质由上而下依次为：无烟煤，蛭石，钢渣；所处理的污水为含有机物、氮和磷的综合污水时，基质由上而下依次为：无烟煤，生物陶粒，沸石。方法简单，操作方便，能高效去除污水中的特征污染物，污水经处理后，能达到《城镇污水处理厂污水排放标准》B标准，直接回用或排入各水体中。

CN 101585607 B

1. 一种垂直流人工湿地基质的制备方法：其步骤是：

A、选择原料：选择生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣，其中生物陶粒和无烟煤分为三种不同的粒径，沸石分为两种不同的粒径；

B、各原料粒径：三种生物陶粒依次为 3-5mm、5-7mm、8-14mm；二种沸石依次为 2-5mm、7-12mm；三种无烟煤依次为 5-10mm、10-20mm、20-35mm；蛭石为 5-10mm；钢渣为 10-25mm；

C、各组合基质的排序及高度：所处理的污水特征污染物为有机物时，基质为生物陶粒，其粒径由上而下依次为 3-5mm，5-7mm，8-14mm，高度各为 28-32cm；所处理的污水特征污染物为氮时，基质为沸石，其粒径由上而下依次为：2-5mm，7-12mm，高度各为 43-47cm；所处理的污水特征污染物为磷时，有两种基质组合方式，其一：基质为无烟煤，其粒径由上而下依次为 5-10mm，10-20mm，20-35mm，高度各为 28-32cm；其二：基质由上而下依次为：无烟煤粒径为 10-20mm，蛭石粒径为 5-10mm，钢渣粒径为 10-25mm，高度各为 28-32cm；所处理的污水为含有机物、氮和磷的综合污水时，基质由上而下依次为：无烟煤粒径为 10-20mm，生物陶粒粒径为 5-7mm，沸石粒径为 7-12mm，高度各为 28-32cm。

一种垂直流人工湿地基质的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于水污染控制工程生态技术领域，具体涉及一种垂直流人工湿地基质的制备方法，能提高系统对特征污染物的处理能力及对有机物、氮和磷污染物的综合去除能力，适用于各种生活污水、工农业废水和受污染地表水的处理。

技术背景

[0002] 垂直流人工湿地是一种高效生态水质净化技术，具有独特的构筑结构和水流模式，占地面积相对较小，有较强的氮、磷去除能力，并能长期稳定运行，其工艺先进、技术可靠、高效节能、简便易行、投资省、运行费用低，生态环境效益显著、可实现污水资源化。适合于市政污水、工农业废水的处理和受污染水体的修复，处理后的水可直接回用或者排入饮用水源、景观水体、水库、河流或湖泊中。基于以上的优点，其近年来越来越受到人们的重视，并已得到大规模推广应用。

[0003] 基质是人工湿地的重要组成部分，为植物和微生物提供生长介质、为污水渗流提供良好的水力条件的同时，也能够通过过滤、吸附和沉淀等作用直接去除污染物。其种类、组配方法、高度的选择是人工湿地污水处理技术的核心。由于污水性质存在千差万别，因而没有一种基质能够有效处理所有污水。

发明内容

[0004] 本发明的目的是在于提供了一种垂直流人工湿地基质的制备方法，该制备方法根据不同污水水质特征，主要考虑污水中特征污染物的种类，针对性选择优质基质按各种组合方式制备级配基质，其方法简单可行，操作方便，并能高效去除污水中的特征污染物，对于含有机物、氮和磷的综合污水也有很好的效果，污水经处理后，能达到《城镇污水处理厂污水排放标准》(GB18918-2002)B 标准，可以直接回用或排入各水体中。

[0005] 本发明的发明目的是通过如下技术方案实现的：

[0006] 一种垂直流人工湿地基质的制备方法：它包括如下步骤：

[0007] A、选择原料：选择优质基质生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣，其中生物陶粒和无烟煤分为三种不同的粒径，沸石分为两种不同的粒径。

[0008] B、各原料粒径：三种生物陶粒依次为 3-5mm、5-7mm、8-14mm；二种沸石依次为 2-5mm、7-12mm；三种无烟煤依次为 5-10mm、10-20mm、20-35mm；蛭石为 5-10mm；钢渣为 10-25mm。

[0009] C、各组合基质的排序及高度：基质组合 A：(针对各种污水组合基质的排序及高度）当所处理的污水特征污染物为有机物时，基质为陶粒，其粒径由上而下依次为 3-5mm，5-7mm，8-14mm，高度各为 28-32cm(此为基质组合 A)；基质组合 B：当所处理的污水特征污染物为氮时，基质为沸石，其粒径由上而下依次为：2-5mm，7-12mm，高度各为 43-47cm(此为基质组合 B)；基质组合 C：当所处理的污水特征污染物为磷时，有两种可选的基质组合方式，其一：基质为无烟煤，其粒径由上而下依次为 5-10mm，10-20mm，20-35mm，高度各

为 28-32cm（此为基质组合 C）；其二：基质组合 D：基质由上而下依次为：无烟煤（粒径为 10-20mm），蛭石（粒径为 5-10mm），钢渣（粒径为 10-25mm），高度各为 28-32cm（此为基质组合 D）；基质组合 E：当所处理的污水为含有机物、氮和磷的综合污水时，基质由上而下依次为：无烟煤（粒径为 10-20mm），生物陶粒（粒径为 5-7mm），沸石（粒径为 7-12mm），高度各为 28-32cm（此为基质组合 E）。

[0010] 所述的人工湿地中的基质又称填料、滤料等，一般由土壤、砂子、砾石、灰渣等组成。基质在人工湿地的结构中占有最大体积，是人工湿地大部分物理、化学和生物作用的反应所在地，是人工湿地区别于自然湿地的重要方面。本发明中基质为生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣的组合。

[0011] 本发明与现有技术相比，具有以下优点和效果：

[0012] 制备时，按上述基质的排序和高度一层一层铺设即可，操作方便。生物陶粒比表面积大，且利于微生物的生长，能有效去除污水中的有机物，沸石对 NH_4^+ 有很强的选择吸附功能，而无烟煤和钢渣对磷有很强的吸附能力，在高水力负荷条件下，对污水中的氮素和磷素有很好的去除能力，其净化效果高于其他基质（如砂子、页岩、砾石等），蛭石有较好的持水度，能提供良好的水力条件。

[0013] 本发明针对不同污水性质，如不同特征污染物，选用生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣的一种或者几种作为基质，按照优质同种基质的不同粒径组合和不同基质的组合，形成高效的垂直流人工湿地基质组配方法。本发明的组合基质可以有效处理污水中的特征污染物，一方面提高人工湿地处理效率，维持系统运行的稳定性，延长人工湿地使用寿命；另一方面提供钢渣利用的一种途径，达到以废治废的目的。

附图说明

[0014] 图 1 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 A 对 COD 的处理效果图

[0015] 图 2 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 B 对氮素的处理效果图

[0016] 图 3 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 C 对磷素的处理效果图

[0017] 图 4 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 D 对磷素的处理效果图

[0018] 图 5 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 E 对 COD 和氮素的处理效果图

[0019] 图 6 为一种垂直流人工湿地基质的制备方法基质组合 E 对磷素的处理效果图

具体实施方式

[0020] 实施例中，垂直流人工湿地模拟小试系统装置采用内径 25cm 的 PVC 管，高度均为 100cm，其中基质高度为 90cm，管顶留有 10cm 的保护层。一种垂直流人工湿地基质的其制备方法，包括如下步骤：

[0021] A、选择原料：选择优质基质生物陶粒、沸石、无烟煤、蛭石和钢渣，其中有生物陶粒和无烟煤分为三种不同的粒径，沸石分为两种不同的粒径。

[0022] B、各原料粒径：三种生物陶粒粒径依次为 3 或 4 或 5mm、5 或 6 或 7mm、8 或 9 或 10 或 12 或 14mm；二种沸石 B 粒径依次为 2 或 4 或 5mm、7 或 9 或 10 或 12mm；三种无烟煤依次为 5 或 7 或 9 或 10mm、10 或 12 或 14 或 16 或 18 或 20mm、20 或 23 或 26 或 29 或 32 或 35mm；

蛭石为 5 或 6 或 7 或 8 或 9 或 10mm ;钢渣为 10 或 12 或 15 或 17 或 19 或 21 或 23 或 25mm。

[0023] C、各组合基质的排序及高度 :基质组合 A :基质为陶粒,其粒径由上而下依次为 3 或 4 或 5mm、5 或 6 或 7mm、8 或 9 或 10 或 12 或 14mm,高度各为 28 或 29 或 30 或 31 或 32cm ;基质组合 B :基质为沸石,其粒径由上而下依次为 :2 或 4 或 5mm、7 或 9 或 10 或 12mm,高度各为 43 或 44 或 45 或 46 或 47cm ;基质组合 C :基质为无烟煤,其粒径由上而下依次为 5 或 7 或 9 或 10mm、10 或 12 或 14 或 16 或 18 或 20mm、20 或 23 或 26 或 29 或 32 或 35mm,高度各为 28 或 29 或 30 或 31 或 32cm ;基质组合 D :基质由上而下依次为 :无烟煤 (粒径为 10 或 12 或 14 或 16 或 18 或 20mm),蛭石 (粒径为 5 或 6 或 7 或 8 或 9 或 10mm),钢渣 (粒径为 10 或 12 或 15 或 17 或 19 或 21 或 23 或 25mm),高度各为 28 或 29 或 30 或 31 或 32cm ;基质组合 E :基质由上而下依次为 :无烟煤 (粒径为 10 或 12 或 14 或 16 或 18 或 20mm),生物陶粒 (粒径为 5 或 6 或 7mm),沸石 (粒径为 7 或 9 或 10 或 12mm),高度各为 28 或 29 或 30 或 31 或 32cm。制备时,按上述基质的排序和高度一层一层铺设即可。

[0024] 混合污水利用蠕动泵 (帕斯菲达计量泵 DC3B) 提升,通过转子流量计 (红旗 LZB-10) 调节水量,然后由管顶的环形穿孔布水管进入基质柱,由管底出水。采用连续进出水方式,进水为湖水和生活污水在调节池搅拌后的混合水,调节池中供试进水水质监测结果如表 1 所示。每天连续运行 8h,水力停留时间约为 2h,水力负荷为 0.8-1.2$m^3/(m^2 \cdot d)$。经系统连续 10 个月稳定运行的试验结果表明 :各种基质组配方法可以有效的去除特征污染物,处理效果分别见图 1、图 2、图 3、图 4、图 5、图 6。

[0025] 表 1 供试进水水质

[0026]

指标	范围	平均值	标准差
温度(℃)	9.3-25.5	19.1	5.0
pH	7-8.31	7.76	0.39
COD($mg \cdot L^{-1}$)	35-155	90	35
总氮, TN($mg \cdot L^{-1}$)	6.289-15.909	10.249	3.202
氨氮, NH_4^+-N($mg \cdot L^{-1}$)	4.216-15.474	8.711	2.873
总磷, TP($mg \cdot L^{-1}$)	0.326-1.781	1.059	0.372
可溶性反应磷, SRP($mg \cdot L^{-1}$)	0.251-1.357	0.706	0.334

[0027] 在 10 个月的稳定运行期间,基质组合 A 对有机物处理后,COD 浓度降低为 0-50mg/l ;基质组合 B 对氮素处理后,总氮和氨氮浓度分别降低为 0.03-2.71mg/l、0-0.82mg/l ;基质组合 C 对磷素处理后,总磷和可溶性反应磷浓度分别降低为 0.03-0.50mg/l、0.02-0.36mg/l ;基质组合 D 对磷素处理后,总磷和可溶性反应磷浓度分别降低为 0.05-0.30mg/l、0-0.19mg/l ;基质组合 E 对污水处理后,COD、总氮和氨氮、总磷和可溶性反应磷浓度分别降低为 3-50mg/l,0-3.14mg/l 和 0-1.39mg/l,0.1-1mg/l 和 0.05-0.8mg/l,其中基质组合 D 中应用了钢渣,出水 pH 值为 7.54-9,除基质组合 E 对总磷的去除达到《城镇污水处理厂污水排放标准》(GB18918-2002)B 标准外,其它均达到 A 标准。

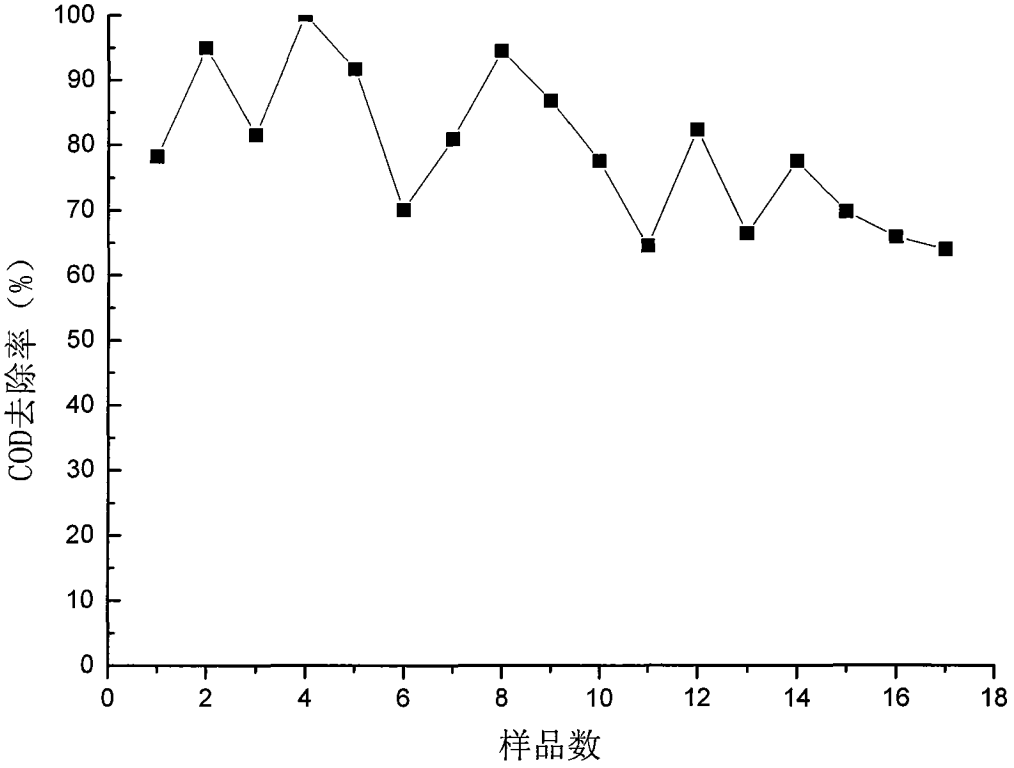


图 1

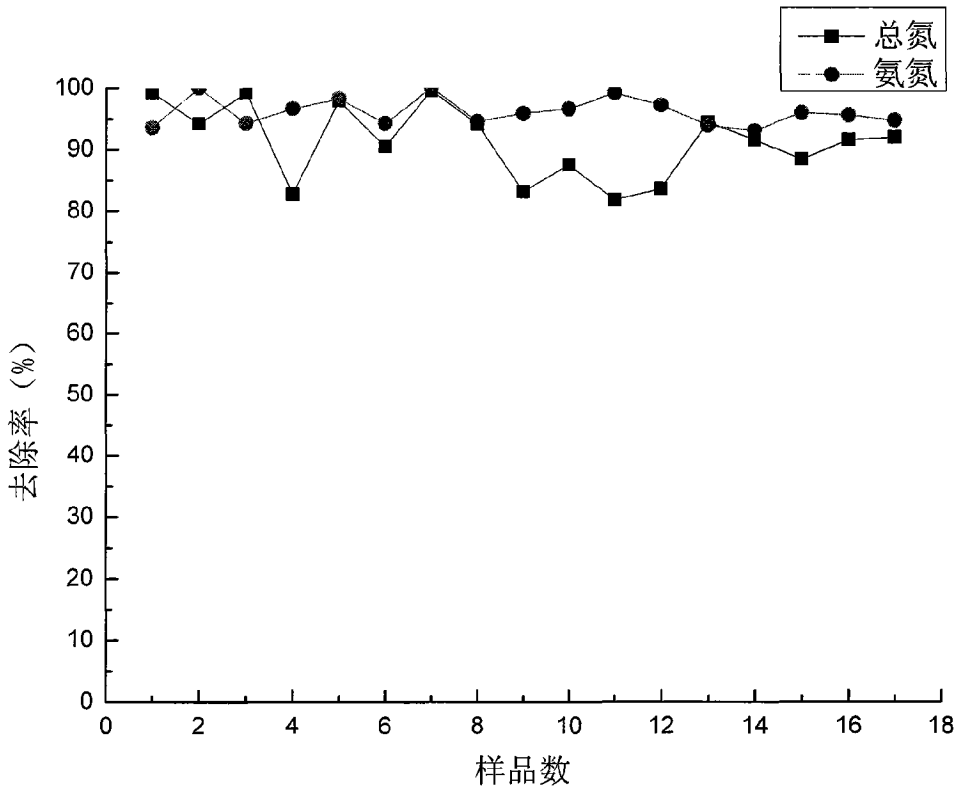


图 2

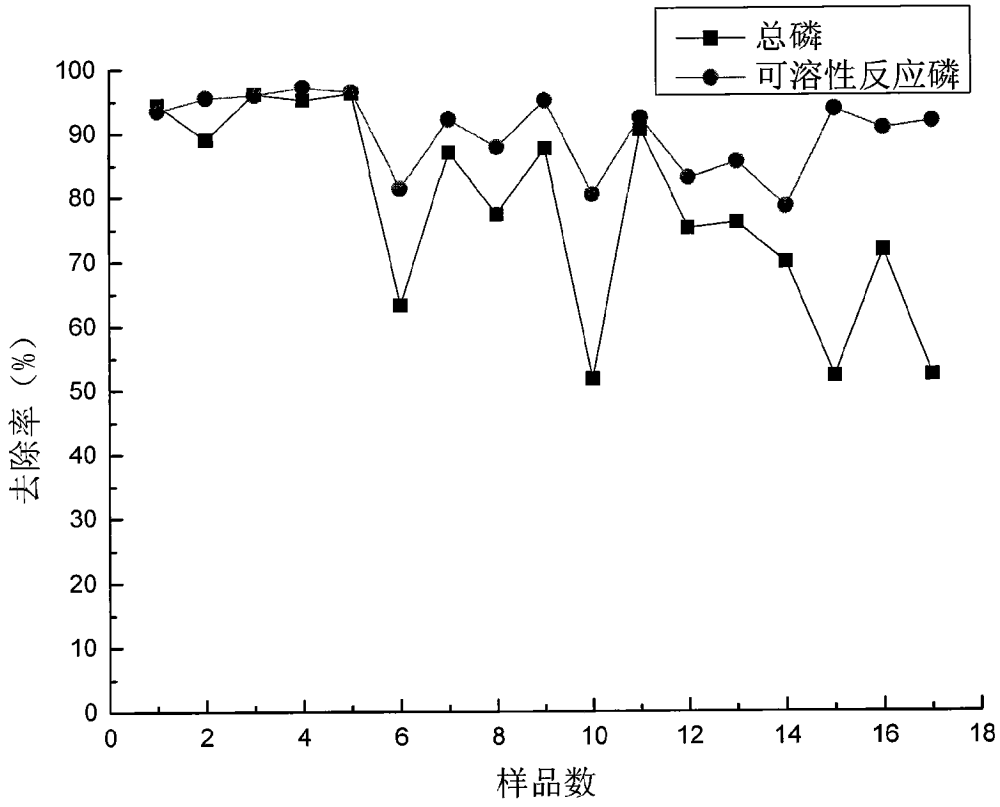

总磷
可溶性反应磷
去除率（%）
样品数
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

图 3

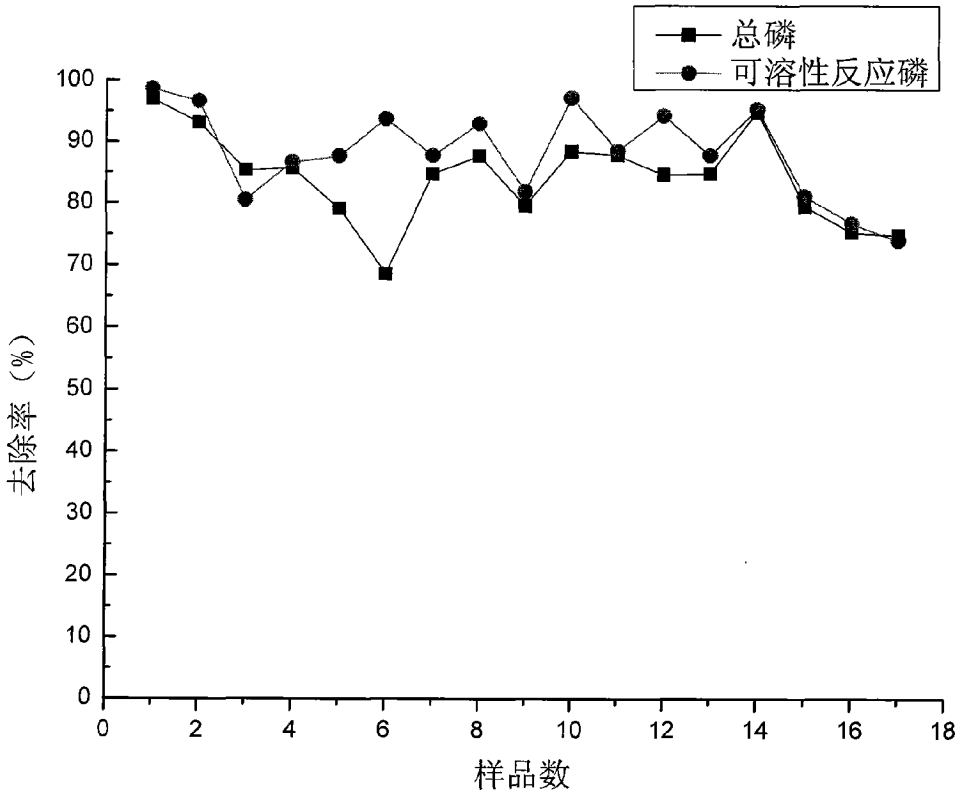

总磷
可溶性反应磷
去除率（%）
样品数
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

图 4

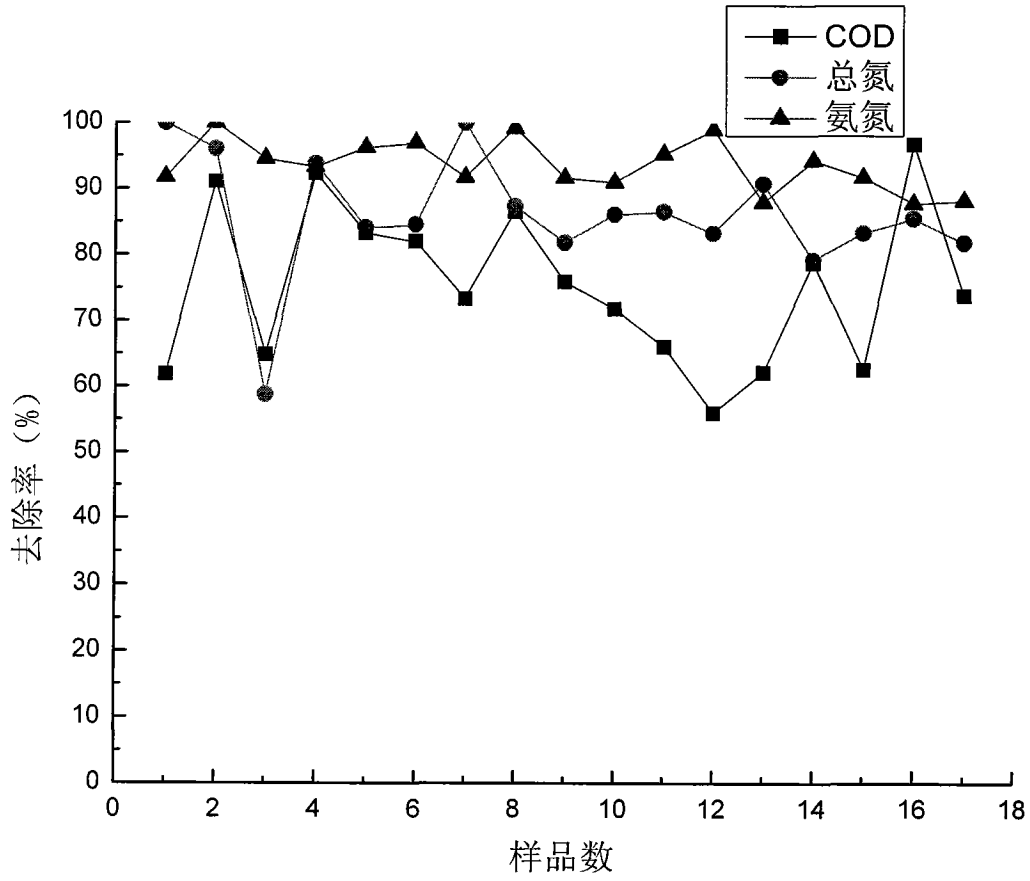

COD
总氮
氨氮
去除率（%）
样品数
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

图 5

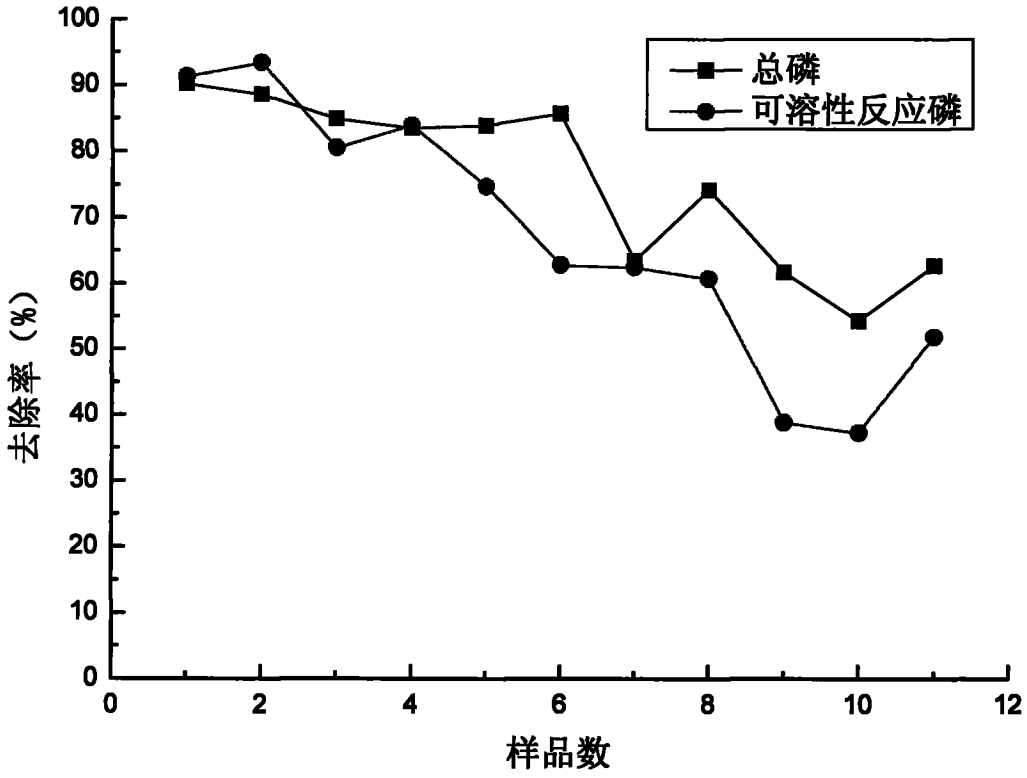


图 6